

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/352559778>

Perilaku Mekanik Sambungan Claw Nail Plates Pada Batang Laminasi Bambu-Glugu

Article · June 2021

CITATIONS

0

READS

37

2 authors:



Gathot Heri Sudibyo

Universitas Jenderal Soedirman

26 PUBLICATIONS 57 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Nor Intang Setyo Hermanto

Universitas Jenderal Soedirman

24 PUBLICATIONS 53 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Prosiding SINARBAMBU | [View project](#)



Konteks 8 | [View project](#)

Simposium Nasional Rekayasa dan Budi Daya Bambu I

Penyelenggara:



Editor

I GL Bagus Eratodi
Inggar Septhia Irawati
Astuti Masdar
Anita Lestari
Adriatmoko Ade N
Yeni Marisa

Mitra Bestari

Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.
Prof. Ir. Hrc, Priyosulistyo, M.Sc.
Prof. Ir. Iman Satyarno, M.E., Ph.D.
Prof. Dr. Ir. T.A. Prayitno, M. For.
Dr.-Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Ir. Suprpto Siswosukarto, Ph.D.
Ashar Saputra, ST., MT., Ph.D.
Ali Awaludin, ST., M. Eng., Ph.D.
Ir. Soewarno Hasanbahri, M.S.

Penerbit

Jurusan Teknik Sipil & Lingkungan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Jl Grafika No.2 Kompleks Teknik UGM
Email: inggar_irawati@yahoo.com
Tlp (0274) 545675, Fax (0274) 545676

ISBN : 978-602-95687-6-9

Copyright@2012 oleh Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, FT UGM, Yogyakarta

Pernyataan dan pendapat yang diungkapkan dalam makalah ini adalah dari penulis sendiri. Hanya koreksi kecil teks yang dilakukan oleh penyelenggara simposium, reviewer, editor, dan penerbit. Penyelenggara simposium, reviewer, editor, dan penerbit tidak bertanggung jawab atas pelanggaran hak cipta yang terdapat dalam makalah pada proseding ini.

SUSUNAN PANITIA

Penasehat	: Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.
Ketua Panitia	: Inggar Septhia Irawati, ST., MT.
Sekretaris	: I GL Bagus Eratodi, ST., MT.
Bendahara	: I Gusti Made Oka, ST., MT.
Sie Acara	: Iskandar Yasin, ST., MT.
Sie Perlengkapan	: Nor Intang S,H., ST., MT. Mujiman, ST., MT.
Kesekretariatan	: Astuti Masdar ST., MT. Anita Lestari, ST. Adriatmoko Ade N, ST. Yeni Marisa, ST.

MITRA BESTARI

Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.

Prof. Ir. Hrc, Priyosulistyo, M.Sc.

Prof. Ir. Iman Satyarno, M.E., Ph.D.

Prof. Dr. Ir. T.A. Prayitno, M. For.

Dr.-Ing. Ir. Djoko Sulistyo

Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono

Ir. Suprpto Siswosukarto, Ph.D.

Ashar Saputra, ST., MT., Ph.D.

Ali Awaludin, ST., M. Eng., Ph.D.

Ir. Soewarno Hasanbahri, M.S.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas terselenggaranya Simposium Nasional Rekayasa dan Budidaya Bambu I (SINARBAMBU I) dengan tema **Rekayasa Bambu Sebagai Solusi Pelestarian Lingkungan** pada tanggal 30 Januari 2012 di Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. SINARBAMBU I terselenggara atas kolaborasi antara Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM dengan Fakultas Kehutanan UGM serta Perhimpunan Pecinta Bambu Indonesia (Perbindo).

Hal yang melatarbelakangi SINARBAMBU I adalah pertimbangan terhadap kerusakan hutan di Indonesia, yang berdampak pada serangkaian bencana alam di tanah air. Dengan diadakannya SINARBAMBU I diharapkan perkembangan potensi bambu sebagai bahan bangunan serta budidayanya dapat terus digalakkan sebagai salah satu upaya solusi pelestarian mengingat bambu adalah salah satu sumber alam yang ramah lingkungan.

Prosiding ini memuat seluruh makalah yang dipresentasikan pada SINARBAMBU I sehingga informasi yang telah disampaikan oleh peneliti dan praktisi pada simposium nasional ini diharapkan dapat secara terus menerus didistribusikan secara luas .

Akhirnya, ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya disampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelenggaraan SINARBAMBU I.

Yogyakarta, 30 Januari 2012
Ketua Panitia,

Inggar Septhia Irawati, S.T., M.T.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
SUSUNAN PANITIA.....	ii
MITRA BESTARI	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v

A. Kelompok Bidang Rekayasa Bambu

1. Perilaku Sambungan Bambu Menggunakan Baut Dengan Pengisi Mortar <i>A.A. Nugraha, A. Saputra, D. Sulistyono</i>	1-5
2. Analisis Tahanan Lateral Sambungan Sistem Morisco-Mardjono: Sambungan Tiga Komponen Bambu Dengan Material Pengisi Rongga <i>A. Awaludin</i>	6-10
3. Perbandingan Analisis Struktur Rangka Atap Bambu <i>A. Masdar</i>	111-116
4. Pengaruh variasi dimensi dan lokasi penempatan perkuatan tiang mini bambu komposit pada pemodelan stabilitas <i>A. Munawir, S. M. Dewi, A. Soehardjono, Y. Zaika</i>	17-23
5. Peningkatan Kapasitas Geser Balok Laminasi dari Bahan Kayu Sengon dan Bambu Petung Menggunakan Pasak Bambu <i>A.S. Rakhmadi, Karyadi, P. B. Susanto, E.Suwarno</i>	24-29
6. Karakteristik Sambungan Balok Kolom Beton Bertulangan Bambu Menggunakan Angker Mekanik Bambu $\frac{1}{4}$ Dan Angker Mekanik Baja Kaki Tunggal Pada Pembebanan Siklis <i>B. S.Umniati, Nindyawati</i>	30-35
7. Kuat Geser Panel Pagar Beton Dengan Tulangan Bambu Pilinan <i>D. Septiawan, Y. Marisa, A. Saputra</i>	36-40
8. Aspek Perekatan Sebagai Tolak Ukur Hasil Produk Balok Laminasi (Studi Bambu Apus di Daerah Sulawesi Tengah) <i>G. M. Oka</i>	41-46
9. Analisis Numerik dan Eksperimen Kuat Tumpu Bambu Laminasi <i>I G.L.B. Eratodi, A.Triwiyono, T.A. Prayitno, A. Awaludin</i>	47-52
10. Pengaruh Kadar Ekstender dan Perlakuan Pendahuluan Bilah Bambu terhadap Sifat Bambu Lamina <i>I.M. Sulastiningsih, A. Santoso, Barly M.I. Iskandar</i>	53-59

11. Analisis Statistik Sifat Mekanika Bambu Petung <i>I.S. Irawati , A. Saputra</i>	60-65
12. Pengaruh <i>Leaching</i> Bahan Pengawet CCB4 terhadap Kuat Tarik 2 Jenis Bambu <i>M. F. Siswanto, Priyosulistyo, T.A. Prayitno, Suprpto</i>	66-70
13. Pengaruh Pengawetan Bambu Wulung Dengan Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Mortalitas Rayap Kayu Kering <i>M. F. Siswanto, Ashar Saputra, Habib Amrulloh</i>	71-75
14. Pengaruh Perebusan Terhadap Kandungan Pati, Kadar Air dan Berat Jenis Bambu Apus <i>M. F. Siswanto, I. M Suska</i>	76-79
15. Pengaruh Perebusan Terhadap Kuat Tarik dan Lentur Bambu Apus <i>M. F. Siswanto, I. M Suska</i>	80-84
16. Lentur pada Panel Beton Bertulangan Bambu <i>Nindyawati, S. M. Dewi, A. Soehardjono dan B. Sri Umniati</i>	85-90
17. Perilaku Mekanik Sambungan Claw Nail Plates Pada Batang Laminasi Bambu-Glugu <i>N. I. Setyo H, G. H. Sudiby</i>	91-98
18. Perilaku Mekanika Balok Bambu Susun dengan Menggunakan Penghubung Geser Baut dengan Variasi Kemiringan Baut <i>Noverma, A. Lestari, D. Sulistyo, A. Saputra</i>	99-103
19. Bunga Rampai Penelitian Bambu di Puslitbang Pemukiman Bandung <i>Purwito</i>	104-111
20. Perkembangan Penggunaan Bambu Sebagai Bahan Konstruksi di Daerah Payakumbuh <i>R. Sari, Zufrimar, A. Masdar</i>	112-116
21. Rangka Atap Dari Bahan Komposit Bambu Beton <i>S. M. Dewi</i>	117-119
22. Pemanfaatan Bambu dan Kawat Baja dalam Peningkatan Kinerja Struktur Pasangan Bata Merah terhadap Gaya Aksial Tekan <i>Wisnumurti, S. M. Dewi, A. Soehardjono</i>	120-124
23. Perbandingan Kekuatan Lentur Balok Laminasi Bambu Petung Dan Bambu Apus Akibat Pembebanan Arah Radial Dan Tangensial <i>Y. Haryanto, N. I. Setyo H</i>	125-129
24. Kapasitas Geser Balok Bambu Laminasi Dengan Variasi Perekat labur MSGL dan Penggunaan Pasak Horizontal <i>Zulmahdi, Soelarso , Morisco, A. Saputra</i>	130-136

B. Kelompok Bidang Budidaya Bambu

1. Pengawetan Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) dengan Metode Boucherie dan Pengaruhnya terhadap Sifat Fisis dan Mekanis
Arinana 137-142
2. Pengelolaan Rumpun Bambu Gesing Berbasis Ekologi Di Taman Nasional Alas Purwo Jawa Timur
S. Hasanbahri, L. Hartanto D. Sulastini 143-148
3. Jarak Tanam Bambu Mayan (*gigantochloa robusta kurz.*)
Sutiyono 149-155
4. Pengaruh Tempat Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Bambu Mayan (*gigantochloa robusta. kurz.*)
Sutiyono 156-161
5. Identifikasi Jenis Bambu dan Dinamika Teknologi Pemanfaatannya Sebagai Komponen Rumah Adat Tana Toraja Berstatus Bangunan Cagar Budaya Berbahan Kayu.
Y. Suranto, I. Adrisijanti, Sumiyati dan Asmira 162-169

C. Kelompok Bidang Desain Inovatif Bambu Ramah Lingkungan

1. Penerapan Konsep Triple Helix pada Pengembangan Desain dan Industri Produk Bambu Kontemporer
D. Larasati, M. Ihsan 170-174
2. Fenomena Produksi Bambu Laminasi di Masyarakat
I G.L.B. Eratodi,, N. I. Setyo H 175-179
3. Biocomposite From Non Timber Forest Product And Agricultural Plantation Waste As Wood Substitute To Reduce Global Warming
T.A. Prayitno 180-183
4. Hambatan Kelayakan Industri Balok dan Papan Laminasi Bambu
T.A. Prayitno 184-188

Perilaku Mekanik Sambungan *Claw Nail Plates* Pada Batang Laminasi Bambu-Glugu

Nor Intang Setyo H.

Program Studi Teknik Sipil, FST, Unsoed, Purwokerto
(intang_sh@yahoo.com)

Gathot Heri Sudibyo

Program Studi Teknik Sipil, FST, Unsoed, Purwokerto
(gathot_hs2003@yahoo.com)

Sobari

Alumni Jurusan Teknik Sipil, FST, Unsoed, Purwokerto

ABSTRAK: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku mekanika sambungan batang laminasi bambu petung – kayu kelapa (glugu) dengan alat sambung *claw nail plate*. Dengan diketahui perilaku akan dapat disimpulkan apakah alat sambung *claw nail plate* dapat diterapkan secara efektif pada sambungan batang laminasi bambu-glugu. Hasil pengujian sambungan buhul dengan alat sambung *claw nailplates* untuk sambungan tipe 1 (sudut antara batang disambung, $= 0^{\circ}$) mampu menahan beban geser sebesar 1595 kg. Untuk sambungan tipe 2 ($= 45^{\circ}$) mampu menahan beban tekan 6333,33 kg dan tarik sebesar 2340 kg. Untuk sambungan tipe 3 ($= 90^{\circ}$) mampu menahan beban tarik sebesar 1453,33 kg, geser 1526,67 kg, dan gaya momen kopel sebesar 270,67 kg. Kerusakan sambungan yang terjadi hampir semuanya adalah alat sambung *claw nailplate*, kecuali pada uji tarik yang rusak adalah kayunya (tergores paku dari alat sambung). Dapat disimpulkan bahwa, alat sambung *claw nail plate* dapat diterapkan pada sambungan batang laminasi bambu-glugu.

Kata kunci : Bambu Petung, Glugu, Batang laminasi, *claw nailplates*.

1 PENDAHULUAN

Kelangkaan bahan kayu bermutu dewasa ini memaksa kita untuk menemukan alternatif bahan pengganti dalam upaya mencari solusinya. Pengembangan struktur kayu laminasi (glulam) merupakan salah satu pemecahannya. Di beberapa negara maju, konstruksi glulam dikembangkan menjadi beberapa produk dan bentuk, seperti balok kayu laminasi (*glulam beams*), kayu lengkung laminasi (*bend wood*), *Stress Laminated Timber (SLT)*, *Laminated Veneer Lumber (LVL)*, serta produk perekatan lainnya. Bahkan struktur glulam telah diaplikasikan pada struktur jembatan, rangka atap, dan bangunan gedung.

Glulam mempunyai kelebihan dibandingkan kayu gergajian yang utuh (*solid*). Glulam mempunyai kekuatan yang melebihi kayu *solid*, deformasi yang terjadi lebih kecil, disamping itu kayu mutu rendah (*lower grade*) dapat dimanfaatkan pada daerah tegangan rendah sehingga penggunaan kayu lebih efisien. Struktur glulam dapat dibentuk sesuai keinginan dan jenis penggunaan. Selain kayu, bambu juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Bambu mempunyai pertumbuhan yang sangat cepat, berbeda dengan pohon kayu hutan yang baru siap tebang dengan kualitas baik setelah berumur 40 - 50 tahun, maka bambu dengan kualitas prima dapat diperoleh hanya pada umur 3 -

5 tahun. Bambu mempunyai kekuatan cukup tinggi, kuat tariknya dapat dipersaingkan dengan baja. Sekalipun demikian kekuatan bambu yang tinggi ini belum dimanfaatkan dengan baik karena biasanya batang-batang struktur bambu dirangkaikan dengan pasak atau tali yang kekuatannya rendah (Morisco, 2006). Sampai saat ini, penggunaan bambu di bidang konstruksi masih sangat terbatas dan hanya digunakan pada konstruksi ringan. Perkembangan penggunaan bambu di bidang konstruksi relatif masih sangat kecil. Dengan adanya teknologi laminasi, diharapkan pemanfaatan bambu dapat diperluas di bidang struktur (Basuki dan Widodo, 2005). Bila jenis kayu laminasi dan bambu dimanfaatkan secara bersama sebagai bahan komposit, maka diharapkan dapat menghemat penggunaan kayu kualitas tinggi dan biaya yang dikeluarkan lebih murah.

Struktur batang laminasi dikembangkan dari bahan lapisan bambu petung dan kayu glugu menjadi sistem batang sisip (*sandwich*). Bambu petung dipilih karena jenis bambu ini banyak digunakan untuk bahan bangunan (perumahan dan jembatan), peralatan memasak, bahkan juga untuk penampung air (Sonjaya, 2008). Bambu petung juga memiliki daging yang tebal sehingga dapat dibuat menjadi bilah bambu yang tebal. Sedangkan kayu kelapa (glugu) dipilih karena banyak tersedia dan mudah

didapat di Indonesia serta dengan harga yang konstruksi kayu laminasi yang terdiri dari dua lapisan tepi/luar (*face*) dan satu lapisan dalam/inti (*core*) (Anonim, 1999). Biasanya untuk pengujian kekuatan lentur laminasi, benda uji berupa bagian luar yang lebih tipis dengan bahan lebih kuat daripada bahan pada lapisan dalam. Pada bagian inti struktur *sandwich* terbuat dari kayu dengan kerapatan lebih rendah dibandingkan dengan bagian luarnya. Konstruksi kayu berlapis (*sandwich*) ini juga lebih ekonomis bila ditinjau dari harga bahan penyusunnya. Karena apabila konstruksi batang kayu di atas digunakan material tepi semua yang mutunya lebih baik, maka akan relatif lebih mahal harganya apabila jika kita gunakan material pengisi yang lebih rendah mutunya. Konstruksi *sandwich* dapat diaplikasikan pada struktur balok, kolom atau balok-kolom (*beam-column*). Pemanfaatannya akan lebih efisien dan efektif karena batang tersebut apabila menerima tegangan lentur (pada balok) maka bagian tepi luar akan mendukung tegangan yang lebih besar daripada bagian inti. Demikian halnya bila konstruksi *sandwich* tersebut menerima tekan (pada kolom), maka kekakuan kolom akan lebih baik apabila dibandingkan dengan bahan yang mutunya sama dengan mutu bagian inti semua. Nilai modulus elastisitas maupun modulus geser pada bagian inti lebih rendah dibandingkan dengan bagian tepi luar. Sehingga menyebabkan peningkatan defleksi pada balok akibat lentur dan penurunan beban tekuk pada kolom. Apalagi struktur glulam dengan memanfaatkan kayu kombinasi kualitas rendah (bambu, sengon, ataupun kayu kelapa) dengan alat sambung pelat metal, jarang dijumpai bahkan belum ada di Indonesia. Pemilihan alat sambung pelat metal

terjangkau. Konstruksi struktur *sandwich* adalah dikarenakan telah banyak digunakan pada konstruksi kuda-kuda dengan hasil yang cukup baik dan mempunyai banyak keunggulan, diantaranya desain dan pemasangan cepat, bentang dapat lebih panjang, hasil presisi, dan volume kayu lebih hemat. Atas dasar pertimbangan tersebut, maka dalam penelitian ini akan dicoba alat sambung pelat metal pada konstruksi kuda-kuda glulam. Potensi ini dilakukan untuk mengatasi masalah kelangkaan kayu dan menghasilkan struktur yang kuat dan ekonomis (bahan murah dan pemasangan cepat). Seperti halnya konstruksi baja, struktur kayu umumnya mempunyai kelemahan pada faktor sambungan. Kekuatan dan stabilitas suatu konstruksi kayu terletak pada kualitas (alat) sambungannya. Jenis sambungan pada konstruksi kayu diantaranya : paku, pasak, baut, cincin belah, kokot, pelat metal, dan perekat. Masing-masing balok merupakan gabungan beberapa bahan pengganti dimana dimungkinkan dapat dimanfaatkan untuk material bangunan struktural maupun non struktural (lantai kayu, tegel kayu/parkit, kerajinan, dan desain interior). Untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi bahan maka beberapa alat sambung modern (salah satunya pelat metal *nail plates*) telah dikembangkan di banyak negara. Alat sambung *nail plates* memberikan kemudahan dalam pengerjaan disamping kekuatan dan kestabilan struktur yang lebih baik karena hasil yang lebih akurat dan presisi. Aplikasi alat sambung pelat metal (*nail plates*) di luar negeri telah berkembang pesat, sedangkan di Indonesia relatif baru berkembang pada beberapa struktur kuda-kuda atap bangunan (Gambar 1a).



a) Rangka kayu dengan alat sambung *claw nail plates*



b) alat sambung pelat metal

Gambar 1. Struktur rangka kayu dengan alat sambung *claw nail plates* dan pelat metal

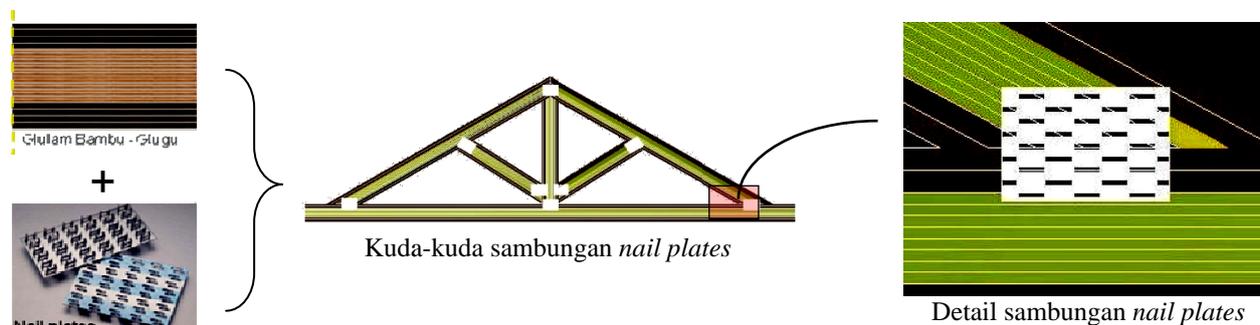
Alat sambung pelat metal umumnya berupa pelat dengan cetakan paku yang didirikan dan akan ditekan ke dalam permukaan kayu yang akan disambung. Arah paku cetakan menentukan arah gaya yang diijinkan yang tertinggi. Sedangkan

pelat yang ada menjadi pelat buhul akan meneruskan gaya-gaya yang bekerja pada titik simpul tersebut (Frick, 2004). Secara umum alat sambung pelat metal terbuat dari pelat galvanis dengan ketebalan antara 0,9 mm sampai 2,5 mm

(Awaludin, 2005). Beberapa alat sambung yang termasuk jenis pelat metal adalah : *punched plate*, *claw nail plate*, dan *joist hanger*, seperti terlihat pada Gambar 1b.

Pemasangan alat sambung pelat metal dengan paku (*claw nail plates*) adalah dengan cara kayu yang disambung dipotong tumpul dan diletakkan rapat. Alat sambung ini hanya digunakan pada sambungan tampang satu. Keuntungan konstruksi ini adalah penghematan bahan kayu sambungan dan kayu boleh dipotong tumpul. Kekuatan sambungan ini dengan sudut-sudut pemasangan kayu sebesar $4,7 \text{ kg/cm}^2$ s/d $11,7 \text{ kg/cm}^2$ (Frick, 2004), sehingga sambungan ini lebih kuat dibandingkan dengan sambungan paku biasa. Menurut Widodo dkk (2005) alat sambung

Claw Nail Plate tipe 6C3 yang ditempatkan pada posisi samping hanya mampu menahan beban lentur sebesar 25% dari balok prapat utuh dengan dimensi balok kayu 4/10. Sedangkan menurut Aji dkk (2006), yang melakukan penelitian serupa namun bidang sambungan dibuat miring, menunjukkan kekuatan alat sambung pelat metal dipengaruhi oleh kemiringan tersebut karena mempunyai bidang sentuh yang lebar. Penerapan alat sambung *claw nail plates* pada sambungan kayu solid sudah lazim dilakukan, khususnya pada struktur kuda-kuda (Gambar 1). Namun untuk upaya penerapan alat sambung tersebut pada struktur laminasi akan coba dilakukan dalam penelitian ini, seperti desain pada struktur rangka kuda-kuda (Gambar 2).



Gambar 2. Desain rangka kuda-kuda glulam dengan alat sambung *claw nail plate*

2 METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan peralatan penelitian

Bahan utama penelitian : bambu petung (*Dencrocalamus asper*), kayu kelapa (glugu), perekat *icocyanate (inwood 902)* dari PT. Dyna Jakarta, dan *Claw Nailplates 6C2* dari Pryda Indonesia. Peralatan utama penelitian : mesin penyerut kayu (*planner*), mesin gergaji kayu (*circular panel saw*), mesin pemotong listrik, mesin penyerut sisi (*single rip*), staples, *Jig Press*, alat kempa hidrolis, mesin UTM (*Universal Testing Machine*), *Compaction Test Machine*, jangka sorong, *Moisture Meter (MC)*, oven, dan alat-alat pelengkap proses laminasi lainnya.

3 BENDA UJI

Benda uji dibuat dengan menyambung dua batang dengan alat sambung *claw nailplate* pada kedua sisi luar batang yang disambung. Sistem sambungan dibuat dengan membentuk sudut () antara kedua batang yang disambung, yaitu ada 3 (tiga) tipe : 1) membentuk sudut 0° (sejajar serat), 2) membentuk sudut 45° , dan 3) membentuk sudut 90° (tegak lurus serat) (lihat Gambar 3). Jumlah

benda uji dibuat disesuaikan dengan jenis pengujian yang dilakukan, yaitu : uji tekan, uji tarik, dan uji momen dengan ulangan masing-masing 3 kali.

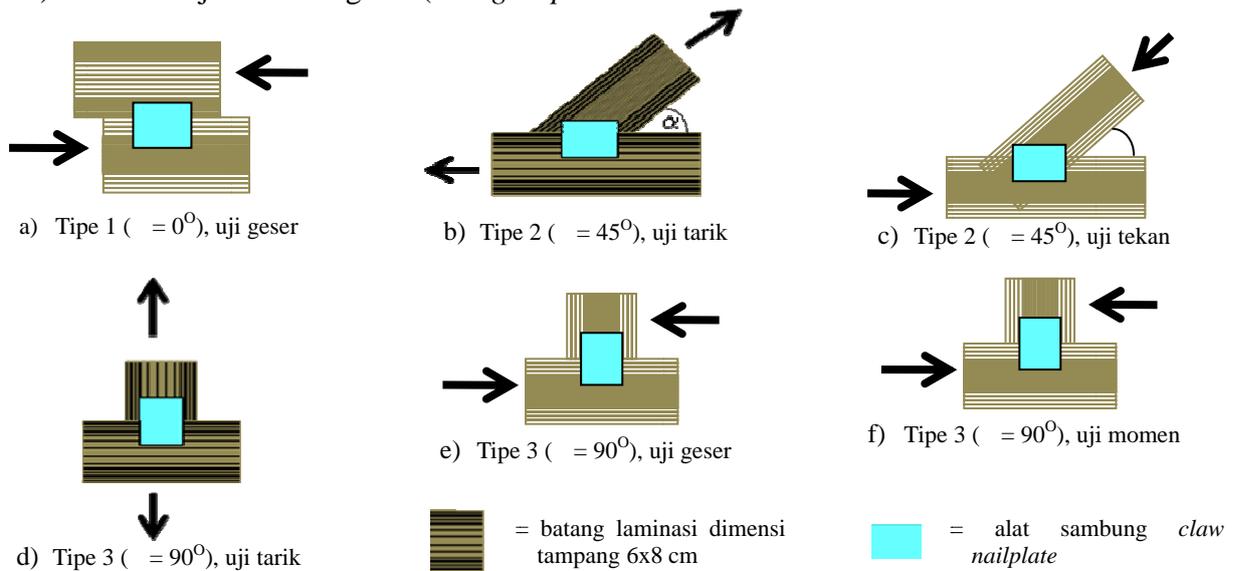
4 TAHAPAN PENELITIAN

Pembuatan batang laminasi dilakukan di PT. Ajiwana Tangguh Nusantara Banyumas dan pemasangan alat sambung *claw nail plates* dikerjakan oleh PT. Kuda-kuda Total Prima (Pryda) Yogyakarta, sedangkan pengujian sifat fisika benda uji pendahuluan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Pengujian mekanika dilakukan di Laboratorium Mekanika Bahan PAU Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

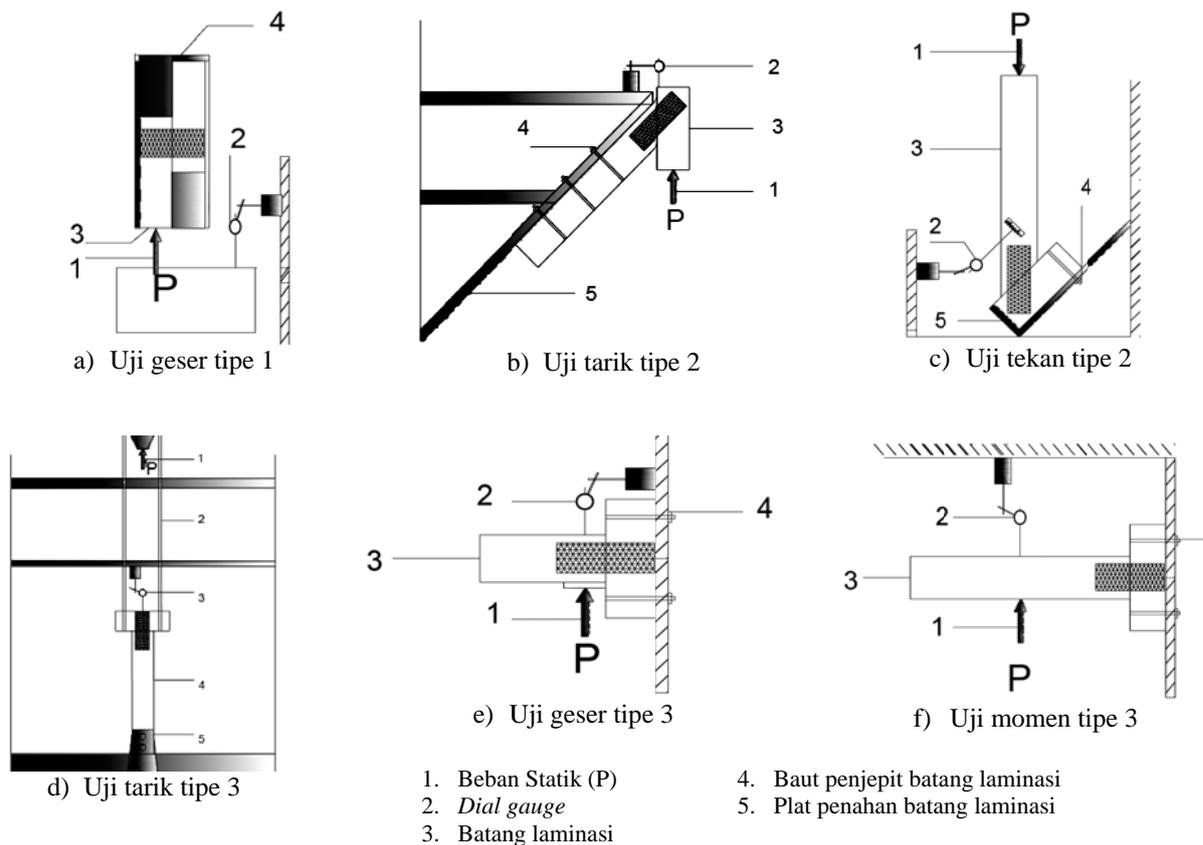
1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembuatan benda uji pendahuluan
3. Pengujian pendahuluan
4. Pembuatan benda uji laminasi (glulam) bambu-glugu

5. Pengujian mekanika (tekan, tarik, geser, dan momen) benda uji sambungan (*setting up*

pengujian dapat dilihat pada Gambar 4)



Gambar 3. Penampang batang komposit bambu petung – glugu



Gambar 4. *Setting up* pengujian sambungan batang komposit dengan alat sambung claw nail plate

5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pemeriksaan bahan bambu petung dan kayu glugu

Kadar air pada sampel benda uji bambu petung yang diamati sebesar 10,36% dan kadar air glugu sebesar 7,8 %. Hal ini berarti kadar air benda uji

telah mencapai kadar air yang diinginkan dan bahkan kurang kadar air keseimbangan atau kadar air kering udara di mana kadar air kering udara di Indonesia berkisar antara 12% sampai 20% (Anonim, 1961). Kerapatan sampel bambu petung yang belum diolah tercatat sebesar 0,64 gr/mm³ dan untuk kerapatan kayu glugu yang diamati sebesar 0,63 gr/mm³. Dimana kerapatan kedua bahan dapat

dikatakan sama.

Kekuatan tekan baik arah tegak lurus maupun sejajar serat, bambu petung menunjukkan kekuatan yang lebih baik daripada glugu. Kekuatan tekan arah tegak lurus serat bambu petung mencapai 13,56 MPa atau sebesar 29,51% lebih besar dari kekuatan glugu untuk pengujian yang sama, sedangkan untuk arah sejajar serat sebesar 43,48 MPa lebih besar 17,29% daripada kuat tekan sejajar serat glugu. Kuat geser bambu petung sebesar 16,63 MPa juga lebih besar 26,18% dibandingkan dengan kekuatan geser glugu, yaitu sebesar 13,18 MPa. Nilai MOR dan MOE bambu juga lebih besar dari kayu glugu, yaitu berturut-turut sebesar 198,68 MPa dan 19299,86 MPa atau peningkatannya sebesar 166,22% dan 83,66% terhadap kayu glugu. Perbedaan sifat mekanika sangat mencolok adalah pada kuat tarik bahan, dimana kuat tarik bambu petung jauh lebih tinggi 1455,27 % (484 MPa) terhadap kayu glugu yang hanya 31,12 MPa. Dengan kombinasi kedua jenis bahan (petung dan glugu) diharapkan kekuatan batang laminasi lebih meningkat dan lebih efisien dan efektif.

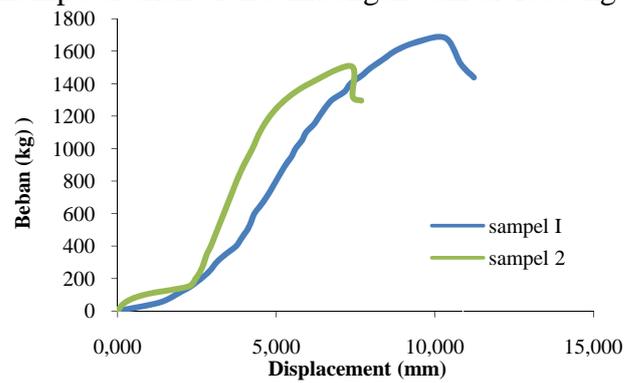
6 PERILAKU MEKANIK SAMBUNGAN BATANG LAMINASI BAMBU-GLUGU

6.1 Grafik hubungan beban-lendutan hasil uji sambungan

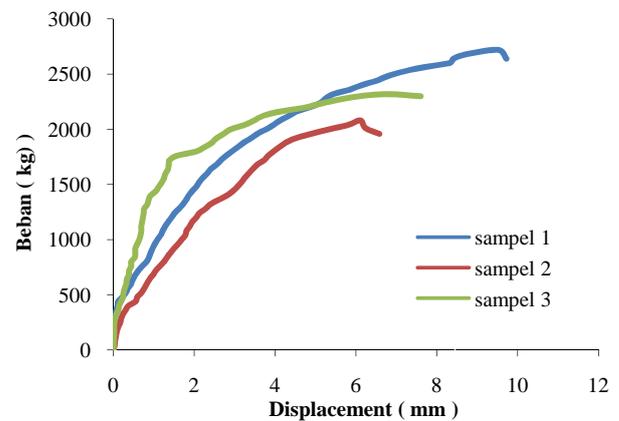
Dari hasil pengujian mekanika terhadap sambungan buhul batang laminasi diperoleh grafik hubungan beban-lendutan seperti diperlihatkan pada Gambar 5.

Dari hasil uji geser untuk sambungan tipe 1 memperlihatkan alat sambung baru efektif bekerja pada deformasi sekitar 2,25 mm dengan beban sekitar 175 kg (Gambar 5). Hal menunjukkan bahwa cengkeraman paku pada alat sambung *claw nail plat* baru bekerja efektif beberapa saat setelah beban bekerja, karena paku yang masuk ke dalam bahan kayu/bambu berbentuk pelat tipis dimana gaya yang ditahan adalah ke arah lebar paku (*nail*). Kedalam penetrasi *nail*, dan arah gaya terhadap paku(*nail*), serta jenis bahan mempengaruhi kondisi ini. Faktor lain adalah alat sambung dipasang dengan menahan beban sejajar serat laminasi. Beban geser maksimum yang Untuk perilaku sambungan dengan respon beban dan lendutan pada tipe sambungan dan pengujian yang lain (tipe 2 dan 3) memberikan perilaku yang berbeda dengan perilaku sambungan tipe 1. Dimana alat sambung langsung bekerja efektif pada awal pembebanan (lihat Gambar 6 sampai 10).

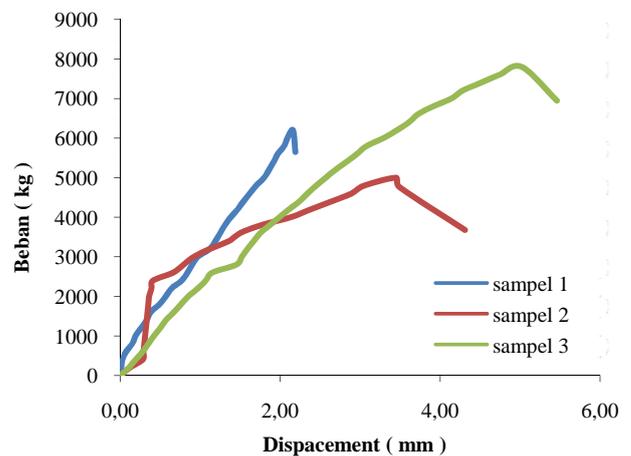
mampu ditahan oleh sambungan sekitar 1595 kg.



Gambar 5. Grafik hubungan beban-lendutan uji geser sambungan tipe 1



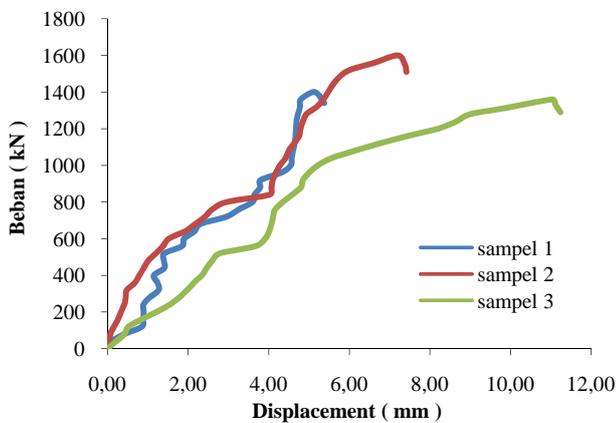
Gambar 6. Grafik hubungan beban-lendutan uji tarik sambungan tipe 2



Gambar 7. Grafik hubungan beban-lendutan uji tekan sambungan tipe 2

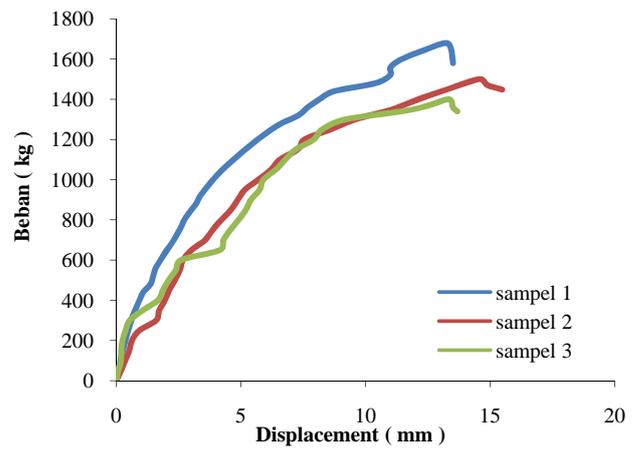
Respon berbeda ini dikarenakan penempatan alat sambung *claw nail plate* dan orientasi arah beban yang didukung tidak sejajar serat batang laminasi (garis perekat/*glue line*). Beban maksimum yang dicapai pada masing-masing tipe sambungan dan pengujian merupakan beban runtuh dari

sambungan. Beban maksimum (extrim) terbesar diperoleh pada sambungan tipe 2 – uji tekan yaitu sebesar 6333,33 kg dan yang paling lemah adalah sambungan momen (tipe 3), yaitu gaya yang dapat ditahan sebesar 270,67 kg. Hal ini sangat logis, mengingat sambungan tekan merupakan sambungan terkuat dan bahkan sangat jarang menemukan masalah untuk sambungan tekan ini, kecuali adanya sambungan tekan membentuk sudut. Sedangkan sambungan momen memerlukan teknik dan metode penyambungan yang sedikit sulit dibandingkan tipe sambungan lainnya. Karena di dalam sambungan momen, alat sambung akan menerima gaya tekan, tarik, dan kopel (momen), sehingga logis jika sambungan momen merupakan sambungan terlemah dengan jenis dan ukuran alat sambung yang sama dengan tipe sambungan yang lainnya.

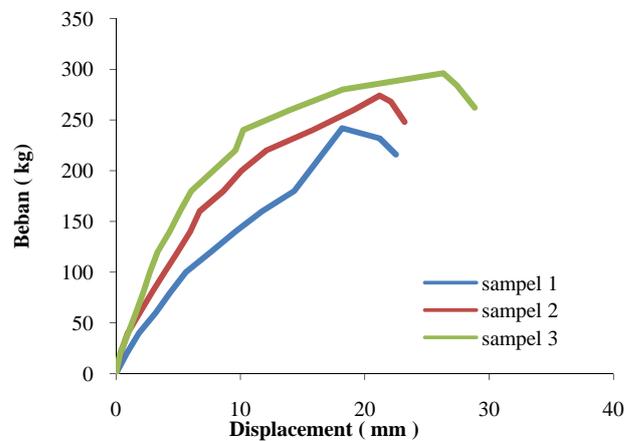


Gambar 8. Grafik hubungan beban-lendutan uji tarik sambungan tipe 3

Kemiringan grafik beban-lendutan merupakan nilai dari elastisitas sambungan. Batas proporsional atau elastis pengujian sambungan buhul sulit untuk ditentukan, kecuali pada sambungan tipe 2 – uji tekan (Gambar 7). Namun demikian dengan metode statistik (regresi) dan berdasarkan teori-teori (penelitian terdahulu) untuk batas proporsional bahan kayu, bambu, atau komposit (laminasi) dapat ditentukan dengan mengambil berapa persen dari beban puncak.



Gambar 9. Grafik hubungan beban-lendutan uji geser sambungan tipe 3



Gambar 10. Grafik hubungan beban-lendutan uji momen sambungan tipe 3

6.2 Kekuatan dan kekakuan sambungan *claw nail plate* batang laminasi

Hasil pengujian mekanik sambungan *claw nail plate* pada batang laminasi bambu-glugu diperoleh nilai beban runtuh dan kekakuan pada masing-masing pengujian seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai beban maksimum, deformasi, dan kekakuan sambungan

Tipe sambungan	Pmaks (kg)	Deformasi (mm)	Kekakuan (kg/mm)
(= 0°), uji geser	1595,00	8,84	180,43
(= 45°), uji tarik	2340,00	7,74	302,33
(= 45°), uji tekan	6333,33	3,56	1779,03
(= 90°), uji tarik	1453,33	7,8	186,32
(= 90°), uji geser	1526,67	13,69	111,52
(= 90°), uji momen	270,67	21,9	12,36

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kekuatan sambungan terbesar hingga terkecil berturut-turut adalah : sambungan tekan, sambungan tarik, sambungan geser, dan sambungan momen. Catatan

disini, untuk uji tarik dengan batang yang disambung membentuk sudut 45° dapat dikatakan sambungan tidak murni tarik, namun kombinasi dengan geser, karena faktor arah beban terhadap arah serat. Seperti diketahui bahwa bahan kayu atau bambu sangat dipengaruhi oleh arah serat bahan karena sifat anisotropis bahan tersebut. Nilai kekakuan sambungan dapat dikatakan berbanding lurus dengan nilai kekuatannya (P_{maks}). Semakin kuat sambungan, maka kekakuan sambungan juga semakin besar. Kekakuan sambungan terbesar pada tipe sambungan tekan dan paling tidak kaku adalah pada tipe sambungan momen (lihat Tabel 1).

Untuk tipe sambungan momen pada batang laminasi ukuran 6/8 cm, beban yang mampu ditahan oleh sambungan adalah 270,67 kg. Apabila dibanding dengan penelitian Teguh (2005) dengan menggunakan alat sambung yang sama (*claw nail plates 6C3*) pada kayu bangkirai dengan sudut kemiringan 90° dimensi 4/10 cm panjang 180 cm, secara eksperimen sambungan kayu tersebut dapat menahan beban sebesar 673,33 kg, sedangkan Aji (2006) melakukan penelitian yang sama dengan Teguh namun menggunakan *Claw Nailplate* tipe 8C3 diperoleh hasil secara eksperimen sebesar 870 kg. Hal ini menunjukkan, jenis kayu dan tipe alat sambung (*claw nail plate*) yang dipakai mempengaruhi kekuatan dan kekakuan sambungan

tersebut. Semakin keras dan bermutu kayu yang digunakan serta alat sambung yang lebih besar (bidang sentuh alat sambung lebih luas), maka semakin kuat dan kaku sambungan tersebut. Hal ditunjukkan dari nilai deformasi terkecil terjadi pada uji tekan yaitu 3,56 mm, sedangkan deformasi terbesar terjadi pada uji momen yaitu 21,9 mm dimana deformasi yang terjadi menunjukkan nilai kekakuan sambungan dan nilai beban runtuh menunjukkan kekuatan sambungan.

7 KERUSAKAN SAMBUNGAN BATANG LAMINASI

Kerusakan sambungan batang laminasi secara garis besar dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu : 1) rusak pada alat sambung *claw nail plate*, dan 2) rusak pada bahan yang disambung (batang laminasi bambu-glugu). Jenis dan bentuk kerusakan yang terjadi pada sambungan disajikan pada Gambar 11. Kerusakan pada alat sambung *claw nail plate* terjadi pada sambungan geser tipe 1 (Gambr 11a), sambungan tekan tipe 2 (Gambar 11c), sambungan geser dan momen tipe 3 (Gambar 11e, f), sedangkan kerusakan pada batang laminasi terjadi untuk sambungan tarik tipe 2 dan 3 (Gambar 11b, d).



a) Rusak geser samb. tipe 1



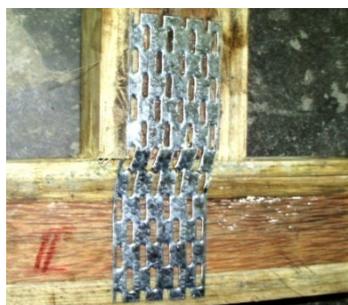
b) Rusak tarik samb. tipe 2



c) Rusak tekan samb. tipe 2



d) Rusak tarik samb. tipe 3



e) Rusak geser samb. tipe 2



f) Rusak momen samb. tipe 2

Gambar 11. Jenis dan bentuk kerusakan sambungan buhul pada batang laminasi

Kerusakan pada alat sambung *claw nail plate* berupa tekuk dan sobek. Kerusakan tekuk terjadi pada sambungan tekan (Gambar 11c) dan sobek alat sambung pada sambungan geser dan momen tertekuk akibat gaya tekan) karena perbedaan dimensi yang sangat besar antara alat sambung dan

(Gambar 11a, e, f). Rusak tekuk terjadi seiring dengan gaya tekan pada batang laminasi sehingga terjadi perpendekan sehingga pelat tipis akan menjadi tertekuk (seperti sifat baja/metal tipis batang laminasi yang disambung. Untuk rusak sobek terjadi karena alat sambung menerima

konsentrasi beban yang tidak merata dan beban yang bekerja pada alat sambung arahnya saling berlawanan (berbeda) seperti halnya adanya momen kopel.

Kerusakan bantang laminasi terjadi pada sambungan tarik (Gambar 11b, d). Akibat gaya yang ditahan oleh alat sambung yang sejajar sisi panjang alat *claw nail plate* kekuatan alat sambung relative lebih besar dibandingkan daya cengkeram pada batang laminasi, sehingga terjadi goresan atau cabut dari paku/kuku (*nail*) alat sambung tersebut.

8 KESIMPULAN

- a. Hasil pengujian sambungan buhul dengan alat sambung *claw nail plates* untuk sambungan tipe 1 beban maksimum yang mampu dihasilkan uji geser yaitu 1595 kg. Untuk sambungan tipe 2 beban maksimum yang dihasilkan uji tekan yaitu 6333,33 kg, dan untuk uji tarik sebesar 2340 kg. Untuk sambungan tipe 3 beban maksimum yang dihasilkan uji tarik yaitu 1453,33 kg dan untuk uji geser 1526,67 kg, sedangkan untuk uji momen beban maksimum yang dihasilkan 270,67 kg.
- b. Pola kerusakan yang terjadi pada sambungan buhul batang laminasi yaitu rusak pada *claw nail plates* (tekuk dan sobek) untuk akibat geser, tekan, dan momen, serta rusak pada batang laminasi (gores dan cabut alat sambung) untuk sambungan akibat tarik.
- c. Berdasarkan perilaku pengujian sambungan (kekuatan, kekakuan, dan kerusakan) sambungan, maka alat sambung *claw nail plates* dapat diterapkan untuk batang laminasi.

Pustaka

Aji, P.P., Setyo H., N.I., dan Sudiby, G.H. 2006, *Pengaruh Kemiringan Bidang Sambungan Menggunakan Alat sambung Claw Nailplates Pada Balok Kayu Kempas*, Laporan Tugas Akhir, Teknik Sipil, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.

Anonim. (1999). *Wood Handbook-Wood as an Engineering Material*. Forest Products Society, USA.

Awaludin, A. 2005. *Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu*, Biro Penerbit KMTS FT Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Basuki dan Widodo. 2005. *Karakteristik Material Laminasi Kayu Jati (Tectona grandis L.f) dan/atau Bambu Petung (Dendrocalamus asper) untuk Penggunaan Struktur Kapal*. <http://its.co.id/library/fp/kapal-basukiwido.php.htm>

Breyer, D.E., 1999, *Design of Wood Structures*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc. New York.

Frick, H., 2004, *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu*, Balai Pustaka – Kanisius.

Hadjib, Nurwati dan Rachman, Osly. 2008. *Keteguhan Lentur Statis Sambungan Jari pada Beberapa Jenis Kayu Hutan Tanaman*. <http://Prof. Dr. Ir. Osly Rachman, MS.htm>.

Morisco, 2006, *Teknologi Bambu*, Bahan Kuliah, Magister Teknologi Bahan Bangunan, PPS UGM Yogyakarta.

Pryda, 2007, *Pryda Timber Connector*, Sidney, Australia.
Widodo, T.R.P, Sudiby, G.H., dan Setyo H., N.I., 2005, *Sambungan Momen Pada Beberapa Jenis Kayu Menggunakan Alat Sambung Claw Nail on Plates Posisi Samping Kanan dan Kiri*. Laporan Tugas Akhir, Teknik Sipil, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto